

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI ISMERETEK VILÁGKÉP FORMÁLÓ
SZERELŐJE

Gondoljuk meg, mi a feladata társadalmunkban bármilyen foglalkozást űző embornak, pl. egy vízvezeték-szerelőnek. Elsőszámba teendője, hogy vízvezetékeket szereljen be, vagy javítson meg. Munkája során arra törekszik, hogy azt hibamentesen a legteljesebb szakértelemmel végezze. Ila hivatásnak tekintí foglalkozását, akkor élettapasztalatát felhasználva ujit is, és alkotóan alkalmazza ismereteit. Amennyiben pedig megkérdezik tőle, hogy mi is volt a hiba, illetve hogyan lehetne megszerkeszteni valamilyen berendezést, készséggel olmagyarázza és pedig úgy, hogy bizonyos alkatrészek szálneve helyett olyan kifejezést használ, amelyet a laikus is megért.

Ezzel lényegében tisztáztuk is, hogy hazánk bármely szakemberének mi a feladata. Minél teljesebb szakmai felkészültséggel lelkiismeretesen végezni munkáját és ismereteit, közérthetően átadni az érdeklődőknek.

Az előbbiekhöz csatlakozóan szeretnék még egy megjegyzést tenni. Általában a szakembereket három csoportba sorolhatjuk. Az első csoport, amely megszerezte az ilyen vagy olyan képesítést bizonyító papirokat, de nem érdekli a saját foglalkozása és hanyagul végzi el munkáját. Az ilyeneket kontárok-nak tekintem, akik ezen túl nem is törekednek arra, hogy elfogadható munkát nyujtsanak. A második csoportba azok tartoznak, akik arra törekszenek, hogy a lehető legjobban elsajátítsák szakmájuk fogásait, ismereteit és lelkiismeretesen dolgoznak a társadalom megelégedésére. Őket becsüljük és foglalkozásuk mestereinek tekintjük. A harmadik csoport, mely a második

tulajdonságaival rendelkeznek, és ezen túlmenően veleszületett tehetséget hordoz, különös adottságot, mely új dolgok létrehozására képesíti. Ők minden szempontból hivatásszerűen üzik foglalkozásukat. Nevezhetjük őket mesterségük művészeinek. Tapasztalatom szerint így érdemes értékelni az embereket, hogy művésze, mestere vagy kontára választott foglalkozásának. Pontosabban fogalmazva nem a foglalkozásuk szerint kategorizálom az embereket. Nem mondom azt, hogy orvosnak lenni hivatás, és bődíszművesnek lenni mesterség, ahogy ezt egy nem dícsérendő TV-műsorban hallottam, hanem az a felfogásom, hogy egy orvos is lehet művésze, mestere vagy kontára foglalkozásának, és ugyanezt mondhatom a bődíszművesről vagy bármely más emberről.

A természettudományokkal foglalkozó szakemberek előtt is ez a három lehetőség áll. Azok, akik mesterei vagy művészei szakmájuknak, mindenkor kell, hogy készségesen és közérthetően megosszák tudásukat azokkal, akik eziránt érdeklődnek. Így érhető el, hogy növekedjék egy nép, esetünkben a magyar nép általános műveltsége.

Mindezek után néhány szót kell szólnunk az általános műveltségről. Az általános műveltség minden korban nagy szerepet játszott minden nép életében. Fogalma azonban történelmi kategória. A régi időkben pl. fontos ismeret volt, - ahogy Hegedüs Gyula írja - a cimertan. Ebből a tudományból ma ennyem könnyen meg lehetne buktatni, mégsem hinné senki, hogy ez súlyos hiánya általános műveltségemnek. A következő és hozzánk már közeli korszak, a latinos műveltséget tartotta elsőrendűen fontosnak, a természettudományokat még szakismeretként kezelte, és nem tartotta az általános műveltség részének. Gyorsan változó korunkban együtt élnek azok az emberek, akik fiatal korukban a most ismertett kritériumok szerint ítélték meg az általános műveltséget, és azok, akik ugyanúgy a műveltség hiányosságának tekintik a rádió működésével vagy az atomenergia felszabadításával kapcsolatos nem kielégítő ismereteket, mint ahogyan a másik tábor annak tekinti a horátiusi tevékenység nem kellő ismeretét. Ebből származnak azok a nagy

sajtóviták, amelyek TV vagy rádiós vetélkedők során szoktak kitörni, amikor kiderül, hogy valamelyik középiskolás versenyző számára ismeretlen valami, ami nélkül régen a művelt embertől sem lehetett képzelni.

Az emberi ismeretek állandóan és egyre fokozódó ütemben szaporodnak. Így az általános műveltség tartalma is gyorsan változik. Ma már a természettudomány a humán tudománnyal ülékezve együttesen képezi az általános műveltséget. Vannak sajnos, akik e két tudományterület közé éket akarnak verni, noha összefonódásuk egyre természetesebb. A természettudományokat megpróbálják emberpusztítóknak, embertelennek ábrázolni és szembenállónak a humánummal. Ez a beállítás teljesen hamis. Gondoljuk csak el, valaki egyszer feltalálta a kést. A késsel nagyszerűen lehetett krumplit hámozni, lehetett szerszámokat készíteni, lehetett szobrokat faragni és lehetett embert ölni. Vajon bűne a kés feltalálójának, hogy találmányát elvetemült emberek ölésre is használják? Az atommag energiáját felszabadítva az emberiség óriási energiához jut, és olyan dolgok alkotására képes, melyeknek megvalósítása enélkül elképzelhetetlen lett volna. Ezt is fel lehet azonban használni emberölésre. A felfedezőnek ez nem bűne, mint ahogyan nem bűne a pilótának sem, aki ezt az általa ismeretlen fegyvert először leadta. De bűne a politikusoknak, vezérkari főnököknek, akikről furcsa módon eddig sem szindarabot nem irtak, sem filmet nem mutattak be. A rádióról Lenin azt mondta, hogy idő és távolság nélküli ujság. Jelentőségét igen nagyra becsülte. Ezzel a rádióval azonban nagyszerűen lehet akár többszáz kilométer távolságból aknákat felrobbantani, ha valakinek ez a célja. Bizom benne, hogy ennyi példa elegendő arra, hogy bárkit meggyőzzön, más kérdés a műveltség, a tudomány és a művészet fejlődése, és más kérdés, hogy az eredmények kinek a kezébe kerülnek, és mire fordítják.

A mi társadalmunkban a humán műveltség nem annak humanitás tartalmára utal, mert nálunk a természettudományok és a humán tudományok együtt szolgálják az emberiséget, a humánumot, és együttműködésük, barátságuk - reméljük - olyan lesz,

mint amilyennek La Fontain tekintette az igaz barátságot: "Olyan, mint az alkonyati árnyék, folyton növekszik, míg csak teljesen le nem megy a Nap".

Gyorsan változó korunkban mindkét tudomány részéről rendkívül fontos, hogy gondolkodásra neveljen. Humán és természettudományos szakembereknek egyaránt feladatuk a gondolkodás fejlesztése, az összefüggések megláttatása és az ismereteken túl a megértés biztosítása.

Elegendő az ipari termelésre gondolnunk. Egyre szaporodnak a mind bonyolultabb és mind több szakértelmet kívánó gépek. Az a marxista megállapítás, hogy eltűnik a szellemi és fizikai munka közötti különbség, már napjainkban kezd szemléletessé válni. Az új gépeken nem a betanított emberek tudnak eredményesen és gazdaságosan termelni, hanem akik meg is értették a berendezések működésének lényegét. Ilymódon okosan, alkotóan tudják azokat használni, és esetenként többet tudnak belőlük kihozni az előre tervezettnél. De nemcsak az ipari termelésben, hanem az élet minden területén megmutatkozik a műveltség és felkészültség jelentősége. Gyakran halljuk különböző sajnálatos esetekkel kapcsolatban, hogy nálunk még nem megfelelő a közlekedési intelligencia. Valójában nem a közlekedési intelligenciáról, hanem általában az intelligencia hiányáról van szó. Ez a hiány mindig abban nyilvánul meg, amit éppen teszünk, ha közlekedünk, akkor persze a közlekedésben. Az a kijelentés, hogy a tudomány - és merem állítani a közműveltség - termelőerő, ma már nagyon kézzelfogható, és bárki számára teljesen szemléletes.

Az eddigiek egyértelműen mutatják, hogy mennyire fontos kötelessége minden szakembernek, így a természettudományokkal foglalkozónak is, népe műveltségi színvonalának emelése.

A természettudományok megismertetésének azonban további fontos funkciója is van. Célunk, hogy az emberekben kialakítsuk a történelmi, dialektikus materialista világnézetet. Az ezzel kapcsolatos filozófiai fejtegetések az emberek döntő többsége számára nem közérthetőek, és nehéz arra a szintre el-

jutni, hogy e felfogást ki-ki sajátjának érezze. Világnézeti szempontból megalapozó jellegűek a természettudományok. Azt a konkrét tényanyagot szolgáltatják, amely szükséges az absztrakciók megértéséhez.

Sokszor hallok filozófusoktól, hogy csak példákat ne mondjunk, mert azok mindig hamisak, sőt a minap azt hallottam, hogy az absztrakciók teremtik a konkrétumokat. Nos, a természettudományok a természeti tények sokaságán keresztül értetik meg velünk a természet törvényeit, melyeket mi a konkrét ismeretekből absztrahálunk. Ezek az absztrakciók valóban alkalmasak arra, hogy további tényeket fedezzünk fel, újabb konkrétumokat jósoljunk meg. Ilyen ismereteken keresztül valóban megértetté és elsajátítottá válnak azok a megállapítások, amelyeket ma még nagyon sokan csak gyakran használt közhelynek tekintenek, mert a példátlan előadásokban nem volt lehetőségük a kijelentések értelmét felfogni.

Említést tettem az előbb arról, hogy minden ismeretterjesztő munkát végző szakember feladata a gondolkodásra nevelés, de hozzátettem az ismeretek nyújtásán túl. Ezt azért hangsúlyozom, mert manapság gyakran tapasztalhatók különböző tulzások. Pár évvel ezelőtt az egyetem minden oktatója kapott egy kérdőívet, melynek adatait egy leendő kandidátus kívánta tudományos munkájához felhasználni. Ennek egyik kérdése az volt, hogy mit értékelünk többre, mint vizsgáztatók, ha a vizsgázó tud, vagy ha jól gondolkodik? A nyomtatásban megadott lehetséges válaszok között megfelelőt nem találtam, ezért külön lábjegyzetben a következő választ adtam: "Aki tud, az nem tud mindent, aki gondolkodik, az mindenre rájöhet, ha ehhez eleget tud." Ugy gondolom, ez a megfogalmazás egyben egyszerű példa a dialektikus logikára is. Erre pedig célszerű példát mondani, mert bárki meggyőződhet róla, nagyon kevés ember tudja, hogy mi a különbség a formális logika és a dialektikus logika között. Ugyanakkor még kevesebb olyan ember van, aki ne hallaná, vagy olvasná nap mint nap a dialektika, dialektikus gondolkodás vagy a dialektikus logika kifejezést.

Visszatérve a természettudományok ismeretközlésén tuli gondolkodásfejlesztő és filozófiai szempontból példanyújtó szerepére, kövessük most nyomon, hogy az emberiség egyik legnagyobb természettudományos elméje, Newton milyen gondolatmenettel jutott el az általános tömegvonzás törvényéhez.

Közismert, hogy a régi görögök idejében két felfogás harcolt egymással. Az egyik a geocentrikus, a másik a heliocentrikus világkép. A geocentrikus világkép követői azt állították, hogy a Föld van a világmindenség középpontjában, és körülötte keringenek a többi égitestek. A heliocentrikus felfogás hívei viszont azt állították, hogy a világmindenség középpontjában a Nap van, és minden égitest, így a Föld is körülötte kering. Érdekes, hogy a régi időkben a geocentrikus felfogás lett a győztes, mert állítása igazolására felhasználta a matematikát. Ugy gondolnánk, hogy a matematikai levezetések feltétlen bizonyító erejűek, és így nem támaszthattak alá hamis felfogást. Nincs azonban ellentmondás, mert a számolás alapját a régi, meglehetősen pontatlan megfigyelések és mérések szolgáltatták. Amikor az emberek a hajózás fejlődésével mind nagyobb távolságra merészkedtek, kezdett érvényre jutni minden hiba, ami a megfigyelések pontatlanságából származott. Így előfordult, hogy a hajó egészen máshová jutott, mint ami uti célja volt, vagy éppenséggel soha nem ért partot, elveszett az óceánokon. Abban mindenki egyetértett, hogy ezek a bajok pontatlanságokból származnak, de a geocentrikus felfogás hívei azt még egy pillanatra sem gondolták, hogy felfogásuk alapjaival van baj. Ezért létrehozták Nürnbergben a kor legjobban felszerelt csillagvizsgáló intézetét, melynek feladata volt a mérések sokaságával ellenőrizni, pontosítani minden addigi megfigyelést. Ennek az intézménynek a vezetője volt Tycho Brahe. Ő maga meggyőződéses híve volt a geocentrikus világképnek.

Az egyre halmozódó mérések mind világosabban mutatták, hogy a geocentrikus felfogás tarthatatlan. Tycho Brahe kiváló tudósi erényére, becsületére és bátorságára vall, hogy ezt maga merte megfogalmazni és kijelenteni, noha ez szemben áll

saját korábbi véleményével, az általánosan elterjedt véleménnyel és az akkor nagyhatalmu egyház ideológiájával. Nem részletezem tovább a közismert és a Kopernikusz-évforduló kapcsán közelmúltban felidézett történelmi eseményeket. Vizsgáljuk inkább a felismerés tudományos következményeit.

Kepler megpróbálta a münbergi adathalmazt rendszerbe foglalni. Nagyon sok munka és még néhány kiegészítő megfigyelés eredményeként három törvényt tudott megfogalmazni.

I. A bolygók ellipszis pályán keringenek, melynek egyik gyújtópontjában van a Nap.

II. A Naptól a bolygókhoz huzott vezérsugár egyenlő idők alatt egyenlő területeket surol.

III. A bolygók Naptól mért középtávolságainak köbei ugy aránylanak egymáshoz, mint a keringési idők négyzetei.

E három törvény kimondása nem ment egyik napról a másikra, pl. a második és a harmadik törvény megállapítása között mintegy 10 esztendő telt el.

Lényeges tehát, hogy e törvények teljesen tapasztalati alapon, mérések és megfigyelések útján születtek.

Meg kell jegyezni, hogy az ismételt mérések mutattak helyenként kisebb eltéréseket a Kepler-törvényektől, de ezek a lényegét nem befolyásolták.

Amikor az emberiség mindezeket ismerte, akkor lépett színre Newton. Őt tevékenységének kezdetétől az a kérdés izgatta, hogy miért esik le egy test, ha alátámasztását megszüntetik. Newton maga vallott erről, és így a szakavatott fizika-történészeknek van igazuk, akik már régóta tagadták azt az anekdotát, hogy Newton fejére esett egy alma, és ez készítette gravitációs kutatásaira. Bár, ha ez utóbbi történet igaz lenne, az is csak dicséretére szolgálna Newtonnak, hisz a történelem során sok emberre eshetett már alma, anélkül, hogy ennek okán eltűnődtek volna.

A lényegre térve Newton először általánosan vizsgálta a testek mozgását, törekedett e mozgások matematikai leírására, majd általában a különböző típusú mozgások okainak vizsgálatával foglalkozott. Így alakult ki az a fejezete a fizikának, amit ma klasszikus mechanikának nevezünk.

Az általános leírások és elvek tisztázása után fordult figyelme a bolygók mozgására és ennek kapcsán a Kepler-törvényekre. Feltűnt neki Kepler második törvénye, melynek értelmében a bolygókhoz húzott vezérsugár egyenlő idők alatt egyenlő területeket surol.

Volt egy általános mozgástípus Newton mechanikájában, melyet centrális mozgásoknak nevezhetünk. Az ilyen mozgásokat fenntartó erő mindig egy pont felé mutat, vagy attól el-irányul. Centrális mozgás pl. ha egyenletesen körbe keringtetünk egy zsinórra kötött kulcsot. Ezeknek a mozgásoknak általános törvényszerűsége, a területi sebesség állandósága, tehát az a tény, hogy a centrumból a testhez húzott vezérsugár egyenlő idők alatt egyenlő területeket surol. Newton azonban dialektikusan gondolkodó ember volt. Tudta, hogy eddig ő csak azt bizonyította, hogy centrális mozgás esetén a területi sebesség állandó, de ebből még nem következik, hogy ha egy test mozgásánál a területi sebesség állandó, akkor a mozgás centrális. Az állítások megfordítottja nem mindig igaz. Ezért egy matematikai bizonyítást alkalmazott, mely a forgási impulzus /impulzusmomentum/ megmaradásán alapul, és igazolta, hogy a területi sebesség állandóságából valóban következik a mozgás centrális jellege.

Centrális mozgások létrejöhetnek azonban vonzó és tasztító erőnél egyaránt, viszont zárt görbe csak abban az esetben alakulhat ki, ha az erő egy pont felé mutat. Elírányuló erő esetén a pályagörbe nem lehet zárt. Az ellipszis pedig zárt görbe, így nyilván a bolygók mozgását fenntartó erő egy pont, a Nap felé irányul, és feltehetően attól származik. Ez egyben példa arra az esetre, amikor egy állítás visszafordítása nem igaz. Ugyanis zárt görbe csak vonzó erő esetén alakulhat ki, de nyílt görbe egyaránt kialakulhat

vonzó és taszító erő esetében. Gondoljunk pl. arra, amikor egy távoli térségből érkező üstökös a Nap hiperbola pályára kényszerít.

Bár Newton úgy fogalmazta először, hogy a bolygók mozgását fenntartó erő a Naptól származik, nem feledkezett meg közben a saját maga által korábban megfogalmazott törvényről, miszerint mai megfogalmazásban minden hatás kölcsönhatás, és így ha a Nap vonzza a bolygót, akkor a bolygó is ugyanolyan nagyságu, de ellenkező irányu erővel vonzza a Napot.

Ezek után Newton felhasználta a bolygókra vonatkozó megfigyelési adatokat, keringési időket, átlagos pályasugarakat, és hosszabb számolás után egy matematikai kifejezéshez jutott. Ez az összefüggés első pillanatra minden bolygóra más adatot látszott szolgáltatni, de megfelelő átalakítások után az derült ki, hogy a kérdéses mennyiség egyenlő a kérdéses bolygók keringési idő négyzetének és vezérsugár köbének hányadosával. Ez a hányados pedig Kepler harmadik törvényének megállapítása szerint a Naprendszer minden bolygójára azonos. Ilyen vizsgálatok után az derült ki, hogy a Nap és egy bolygó között fellépő erő arányos a Nap és a kérdéses bolygó tömegével, és fordított arányban van e két test közti távolság négyzetével.

Newton mindebből arra következtetett, hogy a Napot egy erőter veszi körül, mely a megállapított törvényszerűség szerint hat bármely testre, tehát pl. a meteoritokra is. A kölcsönhatás alapján arra a meggyőződésre jutott, hogy ugyanilyen típusu erőter veszi körül a bolygókat is. Ezután természetes volt az a következtetés, hogy a bolygónk körül keringő Holdat is ugyanilyen típusu erő tartja pályáján. Most következett Newton zseniális jóslata. Arra gondolt, ha a Föld vonzza a Holdat, akkor természetesen minden más testet is vonz. Ekkor pedig egyértelmű, hogy a testek esését itt a Földön ugyanaz az erő okozza, amely a Holdat pályáján tartja.

Természetesen mindezt bizonyítani kellett. Ha egy test görbevonalu pályán halad, azt a fizikus úgy fogalmazza, hogy a test sebessége változik. Ugyanis a sebesség vektormennyiség

/iránymennyiség/, ami azt jelenti, hogy irányának változása is a mennyiség megváltozását jelenti. A dinamika törvényei szerint a sebesség megváltozása viszont csak erő hatására következhet be. Így a Hold keringése során meghatározható egy ún. centripetális gyorsulás, mely a Föld és a Hold kölcsönhatásának következménye. E gyorsulás értéke a Hold keringési idejéből és tőlünk mért távolságából meghatározható. Ugyanakkor egyszerű mérésekből már ismert volt, hogy mekkora gyorsulással esik egy nagy sűrűségű test a földfelszín közelében lefelé. A Hold persze jóval távolabb van a Föld tömegközéppontjától, mint egy földi test. Ezért a két égitest földugárban mért távolságát négyzetre kell emelni, és ezzel el kell osztani a Földön szabadon eső test gyorsulását. Amennyiben a newtoni megállapítás igaz, úgy ennek a számértéknek meg kell egyeznie a Hold centripetális gyorsulásával. Nos Newton a számolásokat és méréseket elvégezte, de ezek sajnos nem támasztották alá elméletének helyességét. Nagy csalódás volt ez számára. Ugyanakkor sok mai tudós számára is példamutatón viselkedett, amikor 10 évig nem merte megállapításait nyilvánosságra hozni, noha szíve szerint meg volt győződve elképzelésének helyességéről.

A problémát egyébként az okozta, hogy abban az időben nem ismerték pontosan a Föld-, Hold-távolságot. Az említett 10 évben a csillagászok újabb méréseket végeztek - teljesen függetlenül Newton tevékenységétől - és ennek során arra a megállapításra jutottak, hogy a Föld és a Hold átlagos távolsága kb. 60 földugár. Ezzel az új adattal Newton újra számolt, és most már elképzelésével nagyon jó megegyezésben levő eredményre jutott. A Hold centripetális gyorsulása valóban $60^2 = 3600$ -ad része a szabadon eső test gyorsulásának.

Ezzel Newton egyik merész feltételezése igazolást nyert. Ezt követte egy még általánosabb, bátor jóslat. Azt állította, hogy ha ez az erő bármely két égitest, továbbá bármely test és a Föld között fellép, akkor bármely két test, tehát két földi test között is ugyanilyen típusú erő lép fel, és azok a tömegükkel egyenes arányban és a köztük levő távolság

négyzetével fordított arányban levő erővel vonzzák egymást. Meg kellett volna még határozni az arányossági tényezőt, mely az előbbieket szerint minden testre érvényes univerzális állandó. Ennek meghatározása természetesen nem elméleti kérdés. Értékét csak mérés döntheti el. Newton a mérés elvégzésével is megpróbálkozott, de ez a kölcsönhatás a fizika leggyengébb effektusai közé tartozik, és így mérése az ő korában nem járt eredménnyel.

Mintegy 70 évvel később Cavendish torziós inga mérésével sikerült meghatározni az univerzális állandó értékét. Ez a mérés is egyik ragyogó tette volt az emberiségnek. A kutató a laboratóriumában ült, és ötletesen szerkesztett eszközével igen nagy gondossággal elvégzett egy mérést. A mérés eredményeként könnyedén meg tudta határozni számolással a Nap és az egyes bolygók tömegét, meg tudta mondani a Föld átlagos sűrűségét, és a felszíni anyagok sűrűségének ismeretében arra is következtetni tudott, hogy milyen anyagok találhatók a Föld belsejében.

Cavendish mérése előtt, ha e kérdések bármelyikét feltették volna egy tudósnak, az azt hitte volna, hogy a kérdező őrült.

Mindezek után vegyük észre a következő alapvető tényeket. A tömegvonzásra vonatkozó összes vizsgálatok tapasztalatokon, megfigyeléseken, méréseken alapultak. Ezekből absztrahálódott az általános gravitáció törvénye. A tömegvonzást mint természeti tény, nagyon nehéz lett volna itt a Földön véletlenül felismerni. Annyira gyöngye kölcsönhatásról van ugyanis szó, mely spontán soha nem árulja el magát kistömegű testek között.

Ugyanakkor példát láthatunk arra is, hogy az absztrakció hogyan vezet újabb konkrétumokhoz. Mint már sokszor hangsúlyoztuk a Kepler-törvények tapasztalati úton nyertek megállapítást, ám Newton általános tömegvonzástörvényéből most már elméleti úton levezethetők. Ugyanakkor az általános tömegvonzás ismere-

te magyarázatot ad arra, a korábban tisztázatlan kérdésre, hogy a bolygók mozgásában miért tapasztalható kisebb-nagyobb eltérés a Kepler-törvényektől. Szerepet játszik ugyanis a Nap és a bolygó kölcsönhatásán túl az egyes bolygók között jelentkező kölcsönhatás is.

A tömegvonzás kérdése igen illusztratív példa egyben a kicsi és nagy, az erős és gyenge dialektikájára. Egy darab krétát nem tudna összetartani a parányi tömegvonzás, hanem molekuláris erők tartják össze. Ugyanakkor az óriás tömegű égitesteket ez az erő tartja össze is és a pályájukon is. A legfrenetikusabb energia-felszabadulás az óriás égitestek gravitációs kollapszusa során következik be.

A megismerés véget nem érő folyamat. Amikor a természetet kutatjuk, egyre újabb és egyre pontosabb megállapításokra jutunk, úgy mondhatnánk, mind jobb közelítésben ismerjük meg a valóságot. Nincs az ember számára tiltott ismeret, nincs megfejthetetlen probléma, de véges időben soha nem mondhatjuk, hogy most már mindent pontosan megismertünk, és nincs több tennivalónk. Az általános gravitáció newtoni fel-tárása is csak egy lépcsőfokot jelent a megismerés fejlődé-sében. A pontos mérések arra utaltak ugyanis, hogy az ellip-szis pályán keringő bolygók napközeli pontjai /a pálya Nap-hoz legközelebb levő pontja/ az ún. perihélium időben szintén vándorol. A Merkurnál a perihélium pont vándorlása nem értel-mezhető a newtoni gravitációs törvénnyel pontosan. Einstein más elképzelésekből kiindulva új elméletet dolgozott ki. En-nek alapját képezte a tehetetlen és súlyos tömeg azonosságá-nak kimondása, melyhez tényalapot nyújtottak Eötvös Loránd ezirányú vizsgálatai és annak felismerése, hogy a gravitációs és tehetetlenségi erőterek minden jelenségnél azonosan visel-kednek, egymástól megkülönböztethetetlenek. Ezen alapokból született az általános relativitáselmélet, melyet tekinthe-tünk a gravitáció elméletének is. Az einsteini leírás ma-gyarázatát tudja adni a Merkúr perihélium mozgásának, sőt ez a természeti jelenség egyben az elmélet kísérleti alátámasz-tását jelenti.

Ma tehát már a newtoninál jobb közelítést ismerjük a természet jelenségeinek. Ám semmit nem tekintünk befejezettnek, végérvényesnek. Felmerülhet pl. az a gondolat az emberben, hogy az univerzális állandó tekinthető-e örökidőkre állandónak, vagy változik és változásának lefolyását még nem ismerjük. Változása esetén nagyon sok ma észlelt jelenségről kialakított álláspontunkat kellene revízió alá venni, amelyekre csak azért nem mondok példát, mert az univerzális állandó változására néhány kellően nem indokolt gyanun kívül semmiféle hiteles megállapítás sincs.

Ugy gondolom, az eddigiek már eléggé szemléltetik, hogy valamilyen természettudományos ismeret közlése mennyi lehetőséget nyújt az előadónak hallgatóinak szemléletformálására, a gondolkodás, a dolgok megértésének megszerettetésére.

Külön érdekes kérdés az általános érvényű természeti törvények átgondolása és jelentőségük pontos megértése.

Az embereket nagyon sok megfigyelés, mérés, vizsgálat vezette el az energia megfogalmazásához és megmaradásának törvényéhez. Az energiamegmaradás törvénye tapasztalatokból kiinduló absztrakció eredménye. Minden vizsgálat az égitestek világában vagy az elemi részecskék birodalmában alátámasztotta eddig e törvény helyességét. Az általános természeti törvények ismerete nagyon megkönnyíti a szakemberek dolgát a konkrét esetek tanulmányozásában. Jön pl. valaki, aki hoz egy bonyolult, nem könnyen áttekinthető szerkezetet, és azt állítja róla, hogy ez örökmozgó - perpetuum mobile -. A szakember anélkül, hogy bonyolult vizsgálatokba kezdene, nyugodtan kijelentheti, hogy nem az, mert annak létezését kizárja az energia-megmaradás törvénye.

Egy másik ember kitérít egy ingát, majd fonala mellé egy ütköző rudat helyez el, vízszintesen. A fonál a rudnak ütközik, és a másik oldalon így rövidebb szálon leng. Kérdés, milyen magasra lendül az inga /Galilei-inga/. Az energia-megmaradás törvénye ismeretében állíthatjuk, hogy megfelelő kezdő feltételek /az ütköző nem túl alacsonyan van/ teljesülése

esetén ugyanolyan magasra, mint ahonnan indítottuk. Egyébként a kérdés megválaszolása hosszadalmasabb számítást igényelne. Volt azonban itt valami, ami egy gondolkodó embernek azonnal feltűnik. Hivatkoztunk bizonyos kezdő feltételekre. Az általános természeti törvények tehát valóban általánosak, csak ismerni kell a kezdő feltételeket. Az emberek ezen a ponton szoktak legtöbbször hibázni. Ugy gondolják, az általános természeti törvény az egész univerzumra érvényes megállapításokat tesz, és így ők tőlünk óriási távolságra levő objektumokra is bármikor csálhatatlan megállapításokat tehetnek, noha az ottani körülményeket és sokszor nagyon fontos összefüggéseket nem ismerik, azok pedig kezdő feltételei lehetnek a törvény alkalmazásának.

Mindaz, amit elmondtunk, talán kicsit bonyolultan hangzik, de egy egyszerű példán keresztül könnyen érthetővé tesszük.

Fizikaórákon gyakran mutatnak egy egyszerű és tanulságos kísérletet. Két egyenlő hosszúságú ingát függesztenek fel egymás mellé, és ezeknek fonalát vékony cérnával kötik össze, melyre kis súlyt függesztenek. Az egyik ingát nem túl nagy szögben kitérítve, nyugodtan végzi lengéseit, anélkül, hogy a másik az indításkor megmozdulna. Kis idő elteltével észrevehető, hogy a meg nem lökött inga gyengén leng. Lengései további idő múltán egyre jobban fokozódnak, és akkor már azt is láthatjuk, hogy az eredetileg kitérített inga lengési tágasága csökken. A továbbiak során eljutunk egy pillanathoz, amikor az eredetileg kitérített inga megáll, és a másik teljes tágasággal leng. Ha hagyjuk az ingákat tovább lengeni, a folyamat egyenlő időközönkénti ismétlődését figyelhetjük meg. Hol az egyik, hol a másik inga áll meg, szinte cserélgotik egymás között az energiát. Az összeállítást csatolt ingáknak nevezik, és az energia játékát figyelhetjük meg mozgásuk során. Ebből az egyszerű képből kiindulva furcsa elképzelései támadhatnak az embernek. Képzeljük el, egymástól óriási távolságra a galaxisoknak két hatalmas sokaságát. E két

rendszer között csatolás van, ugyanis annak tekinthető a két-
tőjüket összekapcsoló gravitációs tér.

Gondoljuk most el, hogy az egyik galaxis sokaság valamelyik tagjában van egy parányi csillagrendszer - Naprendszer -, melynek egyik bolygója a Föld. A Földön élnek a fizikusok, akik vizsgálják a természet törvényeit. Sok-sok kutatás elvezeti őket az energia fogalmának megismeréséhez, és megállapítják az energia-megmaradás törvényét. Telik, mulik az idő, és egyszer csak a folyton pontosabb mérések arra utalnak, hogy minden fizikai folyamatban egy elenyésző része az energiának elvész. A kutatók maguk sem akarják elhinni, de előbb-utóbb kénytelenek meghajolni a tények előtt, és megállapítják, hogy az energia lassan, de szigorúan csökken. Ebből következik, hogy örökké mozgó szerkezet még elméleti határesetként sem valószínűsíthető meg, és a fény terjedési sebességét nem túlszárnyalni, de elérni sem lehet. Mivel pedig a természeti törvények az egész Univerzumra érvényesek, így mindenféle következtetést vonnak le távoli égitestek viselkedésére és tulajdonságára vonatkozóan, megállapításokat tesznek űrhajók lehetséges hatósugarára stb.

Ugyanakkor a másik galaxis halmaz egyik tagjában szintén van olyan bolygó, melyen értelmes lények tartózkodnak. Ők is eljutnak az energia fogalmához és megmaradásának törvényéhez. A technika nálunk is fejlődik, a mérések egyre pontosabb eredményeket adnak, és egyszer csak rádöbbennek, hogy a náluk tapasztalható természeti folyamatokban az energia kis mértékben, de állandóan nő. Ez a megállapítás számukra épp oly megdöbbentő, mint az előbbi észrevétel távoli társaiknak. Azonban ők sem tehetnek mást, mint e tényeket tudomásul véve felhasználják ismereteiket. Készítenek örökmozgót, és űrhajóik tullepve a fény terjedési sebességét óriási távolságokra jutnak el, hisz növekvő energiájú térben mozognak. Teszik ezt annak ellenére, hogy a másik tábor tudósai tisztában vannak ennek elvi lehetetlenségével.

Ugyanakkor jelenlegi ismereteink alapján is mindez érthetővé válik, ha arra gondolunk, hogy a két galaxis-rendszer a csatolt ingákhoz hasonlóan viselkedik, és az energia, mondjuk 12 billió éves periódussal vándorol az egyik sokaságból a másikba. Így a két sokaság együttesére az energiamegmaradás törvénye szigorúan érvényes, és a tudósok tévedését csupán az okozta, hogy az összefüggéseket e rendszerek között nem ismerték.

Gyakran kapnak lábra különböző hírek idegen égitestekről érkező űrhajókról. Ilyenkor a szakemberek általában joggal bosszankodnak. Érvelésük azonban épp a gondolkodó emberek számára nem szokott hatásos lenni, mert rendszerint elvileg akarják megmagyarázni a jelenség lehetetlenségét. Az előbbi példa is mutatja, hogy elvileg bizony nagyon sok minden lehetséges anélkül, hogy az általunk ismert általános érvényű természeti törvények sérülnének. Így elsősorban gyakorlati kérdés, ténykérdés, hogy érkezett-e valamilyen nem azonosítható objektum a Föld körzetébe vagy sem. Az is helytelen, ha ilyenkor azzal vádoljuk az érdeklődőket, hogy csodákban hisznek, mert az emberek általában - tapasztalatom szerint - nem csodát remélnék, hanem valamely különös természeti jelenségnek értelmes magyarázatát várják. Különös természeti jelenségek pedig minden korban fordultak elő, és ezeket meg is lehetett magyarázni. Ha viszont az érdeklődőknek érvek helyett ledorongolással válaszolunk, akkor komoly kárt okozunk az ismeretterjesztésben és a közművelődésben. Még megjegyzem, hogy ahhoz ma már általában elegendő a földi technika, hogy valamely sokak által látott jelenségről pontos meghatározást tudjunk adni. Abban az esetben, ha valamely jelenség nem tévedés vagy rémhír, hanem sokak által megfigyelt tény, magyarázat pedig még sincs, akkor biztosak lehetünk, hogy valamilyen katonai kérdésről van szó, melyről szándékosan nem adnak magyarázatot.

Az általános természeti törvényekkel tehát óvatosan és körültekintően kell bánni. A körülményeket mérlegelően kell következtetéseinket levonni épp úgy, mint az élet bármely más kérdésében. Erre is tanít bennünket a természettudomány.

Hányszor mondjuk, hogy a domboru lencse gyűjt, a homoru lencse szór, pedig ha a domboru lencsét pl. szénkénegbe merítjük, akkor szór, míg a homoru lencse gyűjt. Tudjuk, hogy a víznél kisebb sűrűségű testek feljönnek a víz felszínére, de ha a vizet tartalmazó edény szabadon esik, akkor nem jönnek fel. Sorolhatnánk még tovább a példákat vagy akár a tudomány legujabbkori tévedéseit.

Arra is nevel benmünket a természettudomány, hogy pontosan fogalmazzuk meg, mi az, amit tényleg látunk és tapasztalunk, és mi az, amit csak hozzá gondolunk. Sokszor tankönyvekben is olvasható, hogy miként haladnak a mágneses erővonalak a vas belsejében, mindez egy elemi kísérletre alapozva. Papírlap alá mágnesrudat tesznek, a kartonra vasreszeléket szórnak, és kopogtatással kialakítják az erővonalképet. Ez a kép azonban azt nem mutathatja, hogy az erővonalak miként haladnak a vas belsejében. Egyébként erre a kérdésre a kutatók is csak századunk 30-as éveiben kaptak választ, amikor már felfedezték a neutron, melynek elektromos töltése nincs, de mágneses momentuma van, és e részecskékkel sugározták át a mágnest. Azt hiszem, mindenki tudja, valószínűleg már tapasztalta is, hogy az élet bármely területén milyen károkat okoz a felületes ítéletalkotás. Ezért a közművelődés természettudományokkal foglalkozó munkásainak az ilyen egyszerű kis példákat - mint a mágnesrud esete - is ki kell használni a gondolkodás formálására.

Ugyanigy nagyon fontos a mennyiségi és minőségi viszonylatok és összefüggések érzékeltetése és megértetése. Erre is mondhatunk egyszerű példákat. Pár évvel ezelőtt hallottam egy rádióriportot, melyben a Balaton partján szörnyülködtek az emberek a víz szennyezettségén. A riporter a különböző sajtó- és tömegkommunikációs kampányok szellemének megfelelően azt szedte ki az emberekből, hogy a motorcsónakokat ki kell tiltani a Balatonról, mert súlyos károkat okoznak. Megjegyzem, hogy motorcsónakom nem volt és ma sincs. Elgondolkodtam azonban a hallottakon. Minőségileg egy dolog biztos, nem jó, ha élővizeinkbe olajat engedünk. Most nézzük mennyiségileg. Ha

feltételezem, hogy a Balatonon 10 ezer magyar motorcsónak szaladgál /biztos vagyok benne, hogy kevesebb/, és e csónakok egy szezonban egy deci olajat a vízbe bocsátanak - ez csak nagyon rossz motor esetében lehetséges -, akkor minden köbméter Balaton-víz 1 mm^3 olajat fog tartalmazni. A kettő viszonya szemléletessé válik, ha arra gondolunk, hogy a Földön 4 milliárd ember él, és az előbbi aránynak az felelné meg, ha ebből 4 ember olajból lenne. Gondolom, elég kicsi lenne annak valószínűsége, hogy bármelyikünk egy "olajemberrel" találkozánk. A tó élővilágának pusztulása tény, csak e problémát olyan álmegoldások, mint a motorcsónakok kitiltása nem oldják meg, amint ezt az utóbbi idők eseményei bizonyították is.

Amint látják, a természettudományos gondolkodásnak a propagandában és minden más tevékenységben is szerepe van. Még egy hangulatkeltés is könnyen ellenkezőjére fordulhat egy reálisan gondolkodó ember számára, márpedig a propaganda célja éppen a meggyőzés és semmiesetre sem csupán az érzelem befolyásolása.

A természettudományokkal foglalkozóknak tehát nagyon sok feladatuk van a társadalom általános műveltségi szintjének, szakismeretének növelésében, a világnézet formálásában, gondolkodásra nevelésében.

Azok az előadók, akik ezt kihasználják, hatásosan nevelhetnek társadalmunkban tudatosan élő, dolgozó, bocsületesen, igazságosan gondolkodó, világnézetünkhöz, társadalmunkhoz hű, alkotni vágyó emberséges embereket.